

PERENCANAAN ULANG (RE-DESIGN) GEDUNG BELAJAR SMK 1 MUHAMMADIYAH KEPANJEN MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA KOMPOSIT METODE LRFD

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik

Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

HASAN BALBAID

201210340311162

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PERENCANAAN ULANG (RE-DESIGN) GEDUNG
BELAJAR SMK 1 MUHAMMADIYAH KEPANJEN
MENGUNAKAN STRUKTUR BAJA KOMPOSIT
METODE LRFD**

NAMA : HASAN BALBAID

NIM : 201210340311162

Pada hari Kamis, 26 Januari 2017 telah diuji oleh tim penguji :

1. Ir. Erwin Rommel, MT Dosen Penguji I
2. Zamzami Septiropa. ST, MT Dosen Penguji II

Disetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Yunan Rusdianto, MT

Ir. Rofikatul Karimah, MT

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Rofikatul Karimah, MT

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : HASAN BALBAID

NIM : 201210340311162

Jurusan : TEKNIK SIPIL

Fakultas : TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir dengan judul: “Perencanaan Ulang (Re-Design) Gedung Belajar SMK 1 Muhammadiyah Kepanjen Menggunakan Srtuktur Baja Komposit Metode LRFD”. Adalah hasil karya saya dan bukan karya tulis orang lain. Dalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar saya bersedia mendapat sanksi akademis.

Malang,

Yang menyatakan

Hasan Balbaid

LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini saya persembahkan kepada :

1. Penganugerah nikmat, rizki, kasih sayang dan segalanya “ALLAH SWT” yang selalu terlimpahkan kepada saya, Terimakasih atas nikmat yang telah engkau berikan.
2. Kedua orang tua yang sangat saya sayangi dan banggaakan Bapak Said Balbaid dan Ibu Zainab Basalamah. Yang telah memberikan semangat, disiplin dan doa sehingga anak kalian ini dapat mencapai gelar sarjana teknik. Terima kasihku kepada kalian tidak dapat terbalas sampai kapanpun. Semoga gelar ini dapat membuat kalian bangga.
3. Kakak saya tersayang Zakiah Balbaid, Rania Balbaid dan juga adik saya tersayang Camelia Balbaid.
4. Teman-teman teknik sipil seperjuangan : Ardi, Arif, Ary, Dayat, Hadi, Bangkit, Acong, Toni, Titik, Hima, Cholida, Umbu, Obi, Fajar, Arif Nyong, Samsul, Lulus, Mutiah, Hayat, Hendik, Ruris, Nyoman, Indra, Resnu, Mifta, Lia, Mala, Imah, Iqbal, Halil, Bima, Vian, Gunawan, Dadang, Redi, Aidil, Aan, Azmi, Diah, Raga, Fahmi, Aji, Hasbullah, dan teman-teman lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
5. Teman-teman Kampus II : Retno, Aik, Novi Laila yang selalu kompak kemana-mana.
6. Kakak-kakak tingkat angkatan 2011 yang telah banyak memberi masukan dan juga adik-adik tingkat angkatan 2013 & 2014 yang turut serta membantuku berproses sehingga menjadi lebih berkembang.
7. Keluarga besar Universitas Muhammadiyah Malang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah yang diberikan sehingga Tugas Akhir dengan judul **“Perencanaan Ulang (Re-Design) Gedung Belajar SMK 1 Muhammadiyah Kepanjen Menggunakan Srtuktur Baja Komposit Metode LRFD”** dapat diselesaikan.

Kelancaran proses penulisan skripsi ini berkat bimbingan, arahan, dan petunjuk serta kerja sama dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan hingga terselesaikannya skripsi ini. Penulis dalam kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi - tingginya khususnya kepada Bapak dan Ibu yang penulis cintai, senantiasa memberikan bantuan moral dan materi, dorongan sampai selesainya studi. Ucapan terima kasih serta penghargaan yang setinggi - tingginya penulis sampaikan pula kepada yang terhormat :

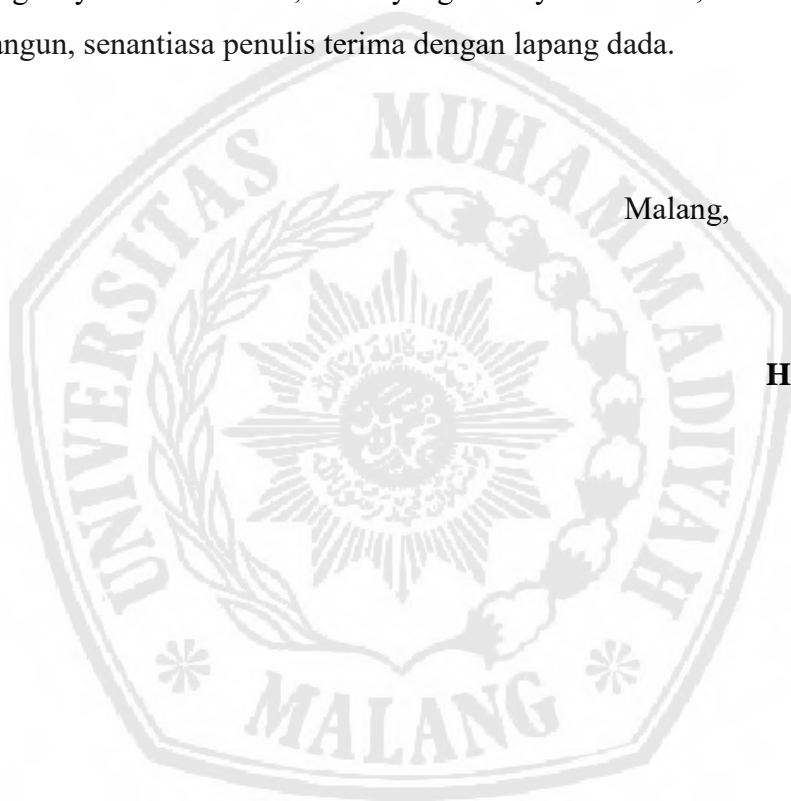
1. Bapak Ir. Sudarman, MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang, yang telah memberikan ijin perencanaan kepada penulis.
2. Ibu Ir. Rofikatul Karimah, MT., sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang, yang telah memberikan arahan, petunjuk dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Ir. Yunan Rusdianto, MT. sebagai pembimbing I dalam penyelesaian skripsi ini yang telah memberikan bantuan, petunjuk dan arahnya dalam penuyusunan skripsi ini.
4. Ibu Ir. Rofikatul Karimah, MT., sebagai pembimbing II dalam penyelesaian skripsi ini yang telah memberikan bantuan, petunjuk dan arahnya dalam penuyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen dan Karyawan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang, yang telah memotivasi penulis, dari awal sampai selesainya penulisan ini.

6. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang, yang telah menyumbangkan tenaga dan pikiran dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Kepada segenap pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dalam kesempatan terbatas ini. Mudah-mudahan segala amalan mereka diterima disisi Allah sebagai manifestasi ibadah kepada-Nya. Amiin.

Akhirnya, penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangannya. Untuk itulah, kritik yang sifatnya mendidik, dan dukungan yang membangun, senantiasa penulis terima dengan lapang dada.

Malang,

Hasan Balbaid



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Konsep Perencanaan.....	5
2.1.1 Bangunan Gedung Struktur Baja	5
2.1.2 Sistem Struktur Baja Tahan Gempa	5
2.1.2.1 Sistem Portal (Moment Frame Systems)	5
2.1.2.2 Sistem Rangka Batang Silang (Braced Frame Systems)	6
2.1.2.3 Sistem Lainnya.....	7
2.1.3 Sistem Struktur Komposit.....	7
2.2 Konsep Pembebanan	8
2.2.1 Beban Gravitasi	8
2.2.2 Beban Angin (<i>Wind Load</i>).....	10
2.2.3 Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>).....	11
2.2.3.1 Kategori Resiko Struktur Bangunan	11
2.2.3.2 Parameter Spektrum Respons	13
2.2.3.3 Kelas Situs	14

2.2.3.4 Kategori Desain Seismik.....	15
2.2.3.5 Gaya Geser Dasar Akibat Gempa	16
2.2.3.6 Koefisien Respon Gempa	16
2.2.3.7 Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	16
2.2.4 Kombinasi Pembebanan	17
2.3 Metode Perhitungan Statika	17
2.4 Perencanaan Struktur.....	18
2.4.1 Metode Load Resistance and Factor Design (LRFD).....	18
2.4.2 Perancangan Stabilitas – SNI 03-1729-2015	20
2.4.3 Dasar Perencanaan Struktur Balok Komposit	21
2.4.3.1 Sistem Pelaksanaan Komponen Struktur Komposit	21
2.4.3.2 Lebar Efektif Balok Komposit.....	22
2.4.3.3 Balok Komposit dengan Angkur Steel Headed Stud atau Angkur Kanal Baja.....	23
2.4.3.4 Dek Baja Gelombang	27
2.4.4 Dasar Perencanaan Batang Tarik.....	28
2.4.4.1 Batas Kelangsingan.....	28
2.4.4.2 Kuat Tarik Nominal	28
2.4.5 Dasar Perencanaan Batang Tekan	29
2.4.5.1 Tekuk dan parameter Penting Batang Tekan	29
2.4.5.2 Klasifikasi Penampang dan Tekuk Lokal	30
2.4.5.3 Panjang Efektif Kolom (KL)	30
2.4.5.4 Kuat Tekan Nominal.....	31
2.4.6 Dasar Perencanaan Batang Portal (Balok-Kolom)	33
2.4.7 Dasar Perencanaan Sambungan Struktur.....	36
2.4.7.1 Sambungan Baut Tipe Geser	36
2.4.7.2 Sambungan End-Plate.....	40
2.4.7.3 Sambungan Base-Plate.....	45
BAB III METODOLOGI.....	54
3.1 Lokasi Perencanaan	54
3.2 Metodologi Perencanaan	54

3.2.1 Kerangka Perencanaan.....	54
3.2.2 Diagram Alur Perencanaan.....	56
3.2.3 Diagram Alur <i>SAP2000</i>	57
3.3 Data Dasar Perancangan.....	57
3.3.1 Data Umum Bangunan	57
3.3.2 Data Teknis Bangunan.....	58
3.3.3 Metode Yang Digunakan Dalam Perhitungan.....	58
3.4.3 Gambar Bangunan	59
BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR	62
4.1 Data Material Perencanaan.....	62
4.2 Pendimensian Awal Balok, Kolom dan <i>Bracing</i>	63
4.2.1 Dimensi Balok	63
4.2.2 Dimensi Kolom.....	66
4.2.3 Dimensi <i>Bracing</i>	66
4.3. Perencanaan Pelat.....	67
4.3.1 Spesifikasi <i>Floor Deck</i> Pelat Atap dan Lantai	67
4.3.2 Pembebanan Pelat.....	68
4.3.2.1 Pembebanan Pelat Atap	70
4.3.2.2 Pembebanan Pelat Lantai (lt. 1 – 5).....	71
4.3.2.3 Pembebanan Pelat Lantai (lt. 6).....	72
4.3.2.4 Pembebanan Pelat Lantai (lt. 7).....	72
4.3.3 Perhitungan Momen Pada Pelat Atap.....	73
4.3.3.1 Momen Positif Pada Pelat Atap	73
4.3.4 Tulangan Lapis Atas	73
4.3.5 Tulangan Susut Pada Pelat Atap.....	75
4.3.6 Lendutan Pada Pelat Atap.....	76
4.3.7 Perhitungan Momen Pada Pelat Lt. 1 - 5.....	76
4.3.7.1 Momen Positif Pada Pelat Lt. 1 - 5	77
4.3.8 Tulangan Lapis Atas	77
4.3.9 Tulangan Susut Pada Pelat Lt. 1 - 5.....	78
4.3.10 Lendutan Pada Pelat Lt. 1 - 5.....	79

4.4 Perhitungan Beban Merata Pada Balok Anak	81
4.4.1 Beban Merata Balok Anak Memanjang	83
4.4.1.1 Pada Kondisi Pra Komposit Atap	83
4.4.1.2 Pada Kondisi Post Komposit Atap.....	84
4.4.1.3 Pada Kondisi Pra Komposit Lantai Lt. 1 - 5	84
4.4.1.4 Pada Kondisi Post Komposit Lantai Lt. 1 - 5	85
4.4.2 Beban Merata Balok Anak Melintang	88
4.4.2.1 Pada Kondisi Pra Komposit Lt. 1 - 5	88
4.4.2.2 Pada Kondisi Post Komposit Lt. 1 - 5.....	89
4.5 Perencanaan Balok Anak.....	92
4.5.1 Perencanaan Balok Anak Memanjang Pada Atap Pra Komposit..	92
4.5.1.1 Pemeriksaan Kapasitas Penampang Terhadap Tekuk.....	92
4.5.1.2 Kontrol Momen Pada Profil Baja	93
4.5.1.3 Kontrol Terhadap Lendutan Selama Konstruksi.....	93
4.5.2 Post Komposit.....	93
4.5.2.1 Perencanaan Kuat Lentur Balok Komposit.....	94
4.5.2.2 Pemeriksaan Balok Komposit Pada Daerah Momen Negatif	95
4.5.2.3 Pemeriksaan Kuat Geser Balok	96
4.5.2.4 <i>Shear</i> -Stud Dan Pemasangannya	96
4.5.2.5 Perhitungan Penampang Elastis Transformasi.....	97
4.5.2.6 Kontrol Terhadap Lendutan Struktur Ketika Telah Beroperasi	
.....	98
4.5.3 Perencanaan Balok Anak Melintang Pada Lantai Lt. 1- 5 Pra	
Komposit	102
4.5.3.1 Pemeriksaan Kapasitas Penampang Terhadap Tekuk.....	102
4.5.3.2 Kontrol Momen Pada Profil Baja	103
4.5.3.3 Kontrol Terhadap Lendutan Selama Konstruksi.....	103
4.5.4 Post Komposit.....	103
4.5.4.1 Perencanaan Kuat Lentur Balok Komposit.....	104
4.5.4.2 Pemeriksaan Balok Komposit Pada Daerah Momen Negatif	105
4.5.4.3 Pemeriksaan Kuat Geser Balok	106

4.5.4.4 <i>Shear</i> -Stud Dan Pemasangannya	106
4.5.4.5 Perhitungan Penampang Elastis Transformasi.....	107
4.5.4.6 Kontrol Terhadap Lendutan Struktur Ketika Telah Beroperasi	108
4.6 Pembebanan Balok Induk.....	111
4.6.1 Pembebanan Balok Induk Melintang Lt. 1 - 5.....	112
4.6.1.1 Pra-Komposit As 5-F'-L	112
4.6.1.2 Post-Komposit As 5-F'-L	112
4.6.2 Beban Merata Balok Induk Memanjang.....	115
4.6.2.1 Pada Kondisi Pra Komposit Lantai Lt. 1 - 5	115
4.6.2.2 Pada Kondisi Post Komposit Lantai Lt. 1 - 5	115
4.7 Perhitungan Gaya Gempa Dengan Beban <i>Notional</i>	119
4.7.1 Perhitungan Berat Masing-Masing Tingkat.....	119
4.7.2 Berat Total (W_{total}) Bangunan.....	123
4.7.3 Parameter Gempa Sesuai Dengan SNI 1726-2012.....	123
4.7.3.1 Kategori Risiko Bangunan.....	123
4.7.3.2 Faktor Keutamaan.....	124
4.7.3.3 Parameter Kecepatan Tanah (S_s , S_1).....	124
4.7.3.4 Klasifikasi Kelas Situs	125
4.7.3.5 Faktor Koefisien Situs (F_a , F_v).....	125
4.7.3.6 Parameter Percepatan Desain (S_{DS} , S_{D1}).....	126
4.7.3.7 kategori Desain Seismic.....	126
4.7.3.8 Prosedur Analisis	127
4.7.3.9 Sistem Dan Parameter Struktur (R , Ω_0 dan C_d).....	128
4.7.4 Gaya Lateral Ekvivalen	129
4.7.5 Distribusi Gaya Gempa.....	129
4.7.6 Pemodelan Ketidaksempurnaan Geometri Struktur	133
4.7.7 Kontrol Simpangan Dan <i>Drift</i>	135
4.7.7.1 Defleksi Maksimum Tiap Tingkat.....	135
4.7.7.2 Kontrol <i>Drift</i>	135
4.7.7.3 Kontrol Efek P-Delta	137

4.8 Perencanaan Dilatasi	137
4.8.1 Fungsi Umum Dilatasi.....	137
4.8.2 Perencanaan Dilatasi Sektor 1 Dan Sektor 2	138
4.9 Perencanaan Balok Induk.....	139
4.9.1 Balok Induk Melintang.....	139
4.9.1.1 Pra Komposit (Kondisi Beton Belum Mengeras)	140
4.9.1.2 Pemeriksaan Kapasitas Penampang Terhadap Tekuk.....	141
4.9.1.3 Kontrol Momen Pada Profil Baja	141
4.9.1.4 Kontrol Terhadap Lendutan Selama Konstruksi.....	141
4.9.1.5 Post Komposit (Kondisi Beton Sudah Mengeras)	142
4.9.1.6 Perencanaan Kuat Lentur Positif Balok Komposit	142
4.9.1.7 Pemeriksaan Balok Komposit Pada Daerah Momen Negatif	143
4.9.1.8 Pemeriksaan Kuat Geser Balok	144
4.9.1.9 <i>Shear</i> -Stud Dan Pemasangannya	144
4.9.1.10 Perhitungan Penampang Elastis Transformasi.....	145
4.9.1.11 Kontrol Terhadap Lendutan Struktur Ketika Telah Beroperasi	
.....	146
4.9.1.12 Kontrol Torsi Yang Terjadi Terhadap Penampang.....	146
4.9.2 Balok Induk Memanjang 8,00 m	147
4.9.2.1 Pra Komposit (Kondisi Beton Belum Mengeras)	149
4.9.2.2 Pemeriksaan Kapasitas Penampang Terhadap Tekuk.....	149
4.9.2.3 Kontrol Momen Pada Profil Baja	149
4.9.2.4 Kontrol Terhadap Lendutan Selama Konstruksi.....	149
4.9.2.5 Post Komposit (Kondisi Beton Sudah Mengeras)	150
4.9.2.6 Perencanaan Kuat Lentur Positif Balok Komposit	150
4.9.2.7 Pemeriksaan Balok Komposit Pada Daerah Momen Negatif	151
4.9.2.8 Pemeriksaan Kuat Geser Balok	152
4.9.2.9 <i>Shear</i> -Stud Dan Pemasangannya	152
4.9.2.10 Perhitungan Penampang Elastis Transformasi.....	153
4.9.2.11 Kontrol Terhadap Lendutan Struktur Ketika Telah Beroperasi	
.....	154

4.9.1.12 Kontrol Torsi Yang Terjadi Terhadap Penampang.....	154
4.9.3 Balok Induk Memanjang	156
4.9.3.1 Pra Komposit (Kondisi Beton Belum Mengeras)	157
4.9.3.2 Pemeriksaan Kapasitas Penampang Terhadap Tekuk.....	157
4.9.3.3 Kontrol Momen Pada Profil Baja	158
4.9.3.4 Kontrol Terhadap Lendutan Selama Konstruksi.....	158
4.9.3.5 Post Komposit (Kondisi Beton Sudah Mengeras)	158
4.9.3.6 Perencanaan Kuat Lentur Positif Balok Komposit	158
4.9.3.7 Pemeriksaan Balok Komposit Pada Daerah Momen Negatif	159
4.9.3.8 Pemeriksaan Kuat Geser Balok	160
4.9.3.9 <i>Shear</i> -Stud Dan Pemasangannya	161
4.9.3.10 Perhitungan Penampang Elastis Transformasi.....	162
4.9.3.11 Kontrol Terhadap Lendutan Struktur Ketika Telah Beroperasi	162
4.9.1.12 Kontrol Torsi Yang Terjadi Terhadap Penampang.....	162
4.9.4 Tinjau Balok Induk Melintang Akibat Momen Balik Bresing (Portal Bresing).....	164
4.9.4.1 Pra Komposit (Kondisi Beton Belum Mengeras)	166
4.9.4.2 Pemeriksaan Kapasitas Penampang Terhadap Tekuk.....	166
4.9.4.3 Kontrol Momen Pada Profil Baja	166
4.9.4.4 Kontrol Terhadap Lendutan Selama Konstruksi.....	166
4.9.4.5 Post Komposit (Kondisi Beton Sudah Mengeras)	167
4.9.4.6 Perencanaan Kuat Lentur Positif Balok Komposit	167
4.9.4.7 Pemeriksaan Balok Komposit Pada Daerah Momen Negatif	168
4.9.4.8 Pemeriksaan Kuat Geser Balok	169
4.9.4.9 <i>Shear</i> -Stud Dan Pemasangannya	169
4.9.4.10 Perhitungan Penampang Elastis Transformasi.....	170
4.9.4.11 Kontrol Terhadap Lendutan Struktur Ketika Telah Beroperasi	171
4.9.1.12 Kontrol Torsi Yang Terjadi Terhadap Penampang.....	171
4.10 Perencanaan Bresing	174

4.10.1 Perhitungan Kuat Tekan Rencana, ϕP_n	175
4.10.1.1 Menghitung Properti Geometri Penampang	175
4.10.1.2 Cek Kelangsingan Batang Tekan.....	176
4.10.1.3 Menentukan Klasifikasi Penampang Tekan.....	176
4.10.1.4 Tegangan Kritis Tekuk-Lentur	176
4.10.1.5 Tegangan Kritis Tekuk-Puntir	176
4.10.1.6 Kuat Tekan Nominal.....	177
4.10.2 Perhitungan Kuat Tarik Rencana, ϕP_n	177
4.10.2.1 Menghitung Properti Geometri Penampang	177
4.10.2.2 Cek Kelangsingan Batang Tarik	177
4.10.2.3 Kuat Tarik Nominal	177
4.11 Perencanaan Kolom.....	178
4.11.1 Analisa Kolom Pada Lt. 1	179
4.11.1.1 Properti Penampang Kolom Yang Digunakan.....	179
4.11.1.2 Perhitungan Kuat Tekan Rencana (ϕN_n)	179
4.11.1.3 Menentukan Klasifikasi Penampang Tekan.....	181
4.11.1.4 Tegangan Kritis Tekuk-Lentur	181
4.11.1.5 Tegangan Kritis Tekuk-Puntir	181
4.11.1.6 Kontrol Kolom Terhadap Tekuk.....	182
4.11.1.7 Cek Klasifikasi Profil WF 400 x 400 x 13 x 21.....	182
4.11.1.8 Pembesaran Momen Akibat Beban Gravitasi (B_1)	182
4.11.1.9 Pembesaran Momen Akibat Beban Gempa (B_2)	183
4.11.1.10 Perhitungan Momen Ultimate.....	184
4.11.1.11 Kuat Lentur Penampang Pada Kondisi Plastis.....	184
4.11.1.12 Perhitungan Ineraksi Gaya Aksial Dan Momen Lentur.....	185
4.11.2 Analisa Kolom Pada Lt. 5.....	185
4.11.2.1 Properti Penampang Kolom Yang Digunakan.....	185
4.11.2.2 Perhitungan Kuat Tekan Rencana (ϕN_n)	186
4.11.2.3 Menentukan Klasifikasi Penampang Tekan.....	187
4.11.2.4 Tegangan Kritis Tekuk-Lentur	187
4.11.2.5 Tegangan Kritis Tekuk-Puntir	188

4.11.2.6 Kontrol Kolom Terhadap Tekuk.....	188
4.11.2.7 Cek Klasifikasi Profil WF 400 x 400 x 13 x 21.....	188
4.11.2.8 Pembesaran Momen Akibat Beban Gravitasi (B_1)	189
4.11.2.9 Pembesaran Momen Akibat Beban Gempa (B_2)	189
4.11.2.10 Perhitungan Momen Ultimate.....	189
4.11.2.11 Kuat Lentur Penampang Pada Kondisi Plastis.....	191
4.12 Perencanaan Sambungan	192
4.12.1 Sambungan Balok Anak Memanjang – Balok Induk Melintang.	192
4.12.1.1 Pelat Penyambung Atas (Flens Tarik)	192
4.12.1.2 Pelat Penyambung Bawah (Flens Tekan)	193
4.12.1.3 Sambungan Geser Antara Web Balok Anak Dan Web Balok Induk	193
4.12.2 Sambungan Balok Anak Melintang – Balok Induk Memanjang	195
4.12.2.1 Pelat Penyambung Atas (Flens Tarik).....	195
4.12.2.2 Pelat Penyambung Bawah (Flens Tekan)	196
4.12.2.3 Sambungan Geser Antara Web Balok Anak Dan Web Balok Induk	196
4.12.3 Sambungan Balok Induk Memanjang - Kolom	198
4.12.3.1 Konfigurasi Pelat Sambung	199
4.12.3.2 Sambungan Profil T200x400x13x21 Dengan Kolom.....	199
4.12.3.3 Cek Kapasitas Momen Rencana	200
4.12.3.4 Perhitungan Luasan Baut Yang Dibutuhkan.....	200
4.12.3.5 Perhitungan Tebal Pelat Ujung Minimum Berdasarkan Lentur	201
4.12.3.6 Perhitungan Tebal Pelat Ujung Minimum Berdasarkan Geser	201
4.12.3.7 Perhitungan Kebutuhan Pengaku Pada Panel Zone	201
4.12.3.8 Perhitungan Kapasitas Sambungan Geser	202
4.12.3.9 Sambungan Las Pada Pelat Ujung	202
4.12.4 Sambungan Balok Induk Melintang - Kolom.....	203

4.12.4.1 Konfigurasi Pelat Sambung	204
4.12.4.2 Cek Kapasitas Momen Rencana	204
4.12.4.3 Perhitungan Luasan Baut Yang Dibutuhkan.....	205
4.12.4.4 Perhitungan Tebal Pelat Ujung Minimum Berdasarkan Lentur	205
4.12.4.5 Perhitungan Tebal Pelat Ujung Minimum Berdasarkan Geser	205
4.12.4.6 Perhitungan Kebutuhan Pengaku Pada Panel Zone	206
4.12.4.7 Perhitungan Tebal Pelat Pengaku Pada Panel Zone	206
4.12.4.8 Perhitungan Kapasitas Sambungan Geser	206
4.12.4.9 Sambungan Las Pada Pelat Ujung	207
4.12.5 Sambungan Kolom - Kolom.....	208
4.12.5.1 Perhitungan Penyambung Flens.....	209
4.12.5.2 Perhitungan Sambungan Pada Badan Kolom	210
4.12.5.3 Perhitungan Jarak Antar Baut	211
4.12.6 Sambungan Kolom - Pondasi	211
4.12.6.1 Perencanaan Base Plate.....	212
4.12.6.2 Perencanaan Angkur	213
4.12.6.3 Sambungan Las Pada Base Plate	216
4.12.7 Sambungan Bresing	217
4.12.7.1 Sambungan Tipe-A	218
4.12.7.2 Sambungan Tipe-B	220
BAB V PENUTUP.....	223
5.1 Kesimpulan.....	223
5.2 Saran	224
DAFTAR PUSTAKA	225
LAMPIRAN.....	-

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien tekanan internal.....	11
Tabel 2.2 Koefisien tekan dinding	11
Tabel 2.3 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk gempa ..	11
Tabel 2.4 Faktor keutamaan gempa.....	12
Tabel 2.5 Klasifikasi situs	14
Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek (S_{DS}).....	15
Tabel 2.7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik (S_{D1}).....	15
Tabel 2.8 Koefisien situs, F_a	15
Tabel 2.9 Koefisien situs, F_v	15
Tabel 2.10 Faktor tahanan ϕ	19
Tabel 2.11 Nilai R_g dan R_p	26
Tabel 3.1 Metode yang digunakan	58
Tabel 4.1 Data material perencanaan	62
Tabel 4.2 Nilai momen pada statika pembebanan pelat atap	73
Tabel 4.3 Nilai <i>displacement</i> pada statika pembebanan pelat atap	76
Tabel 4.4 Nilai momen pada statika pembebanan pelat atap	76
Tabel 4.5 Nilai <i>displacement</i> pada statika pembebanan pelat Lt. 1 – 5	79
Tabel 4.6 Rekapitulasi perhitungan pelat atap & lantai	80
Tabel 4.8 Rekapitulasi pembebanan pada balok anak memanjang	86
Tabel 4.9 Rekapitulasi pembebanan pada balok anak memanjang diagonal ..	87
Tabel 4.10 Rekapitulasi pembebanan pada balok anak melintang.....	90
Tabel 4.11 Rekapitulasi pembebanan pada balok anak melintang diagonal ...	91
Tabel 4.12 Perhitungan properti elastis penampang	98
Tabel 4.13 Rekapitulasi perhitungan balok anak memanjang.....	99
Tabel 4.14 Rekapitulasi perhitungan balok anak memanjang diagonal	101
Tabel 4.15 Perhitungan properti elastis penampang	108
Tabel 4.16 Rekapitulasi perhitungan balok anak melintang	109
Tabel 4.17 Rekapitulasi perhitungan balok anak melintang diagonal.....	110

Tabel 4.18 Rekapitulasi pembebanan balok induk melintang.....	113
Tabel 4.19 Rekapitulasi pembebanan balok induk melintang diagonal.....	114
Tabel 4.20 Rekapitulasi pembebanan balok induk memanjang.....	117
Tabel 4.21 Rekapitulasi pembebanan balok induk memanjang diagonal	118
Tabel 4.22 Beban mati struktur lantai 2	120
Tabel 4.23 Beban mati struktur lantai 3	120
Tabel 4.24 Beban mati struktur lantai 4	121
Tabel 4.25 Beban mati struktur lantai 5	121
Tabel 4.26 Beban mati struktur lantai 6	122
Tabel 4.27 Beban mati struktur lantai 7	122
Tabel 4.28 Beban mati struktur lantai atap.....	123
Tabel 4.29 Beban hidup struktur pada tiap lantai.....	123
Tabel 4.30 Berat total (W_{total}) bangunan	123
Tabel 4.31 Gaya geser seismik (V) tiap tingkat	129
Tabel 4.32 Gaya gempa lateral tiap tingkat.....	130
Tabel 4.33 Distribusi gaya gempa pada portal dan <i>bracing</i>	130
Tabel 4.34 Distribusi gaya gempa arah sumbu-x pada portal dan <i>bracing</i>	132
Tabel 4.35 Distribusi gaya gempa arah sumbu-y pada portal	133
Tabel 4.36 Perhitungan beban gravitasi tiap tingkat dengan kombinasi beban	134
Tabel 4.37 Perhitungan beban <i>notional</i> arah sumbu-x tiap tingkat.....	134
Tabel 4.38 Defleksi pada tiap tingkat.....	135
Tabel 4.39 Defleksi dan simpangan antar tingkat portal arah sumbu-x dengan <i>bracing</i>	136
Tabel 4.40 Defleksi dan simpangan antar tingkat portal arah sumbu-x tanpa <i>bracing</i>	136
Tabel 4.41 Defleksi dan simpangan antar tingkat portal arah sumbu-y	137
Tabel 4.42 Rekapitulasi perhitungan kontrol efek P-delta	137
Tabel 4.43 Rekapitulasi nilai momen dan geser pada balok	139
Tabel 4.44 Gaya pada balok pada kondisi pra dan post komposit	140
Tabel 4.45 Perhitungan properti penampang	145
Tabel 4.46 Rekapitulasi nilai momen dan geser pada balok	148

Tabel 4.47 Gaya pada balok pada kondisi pra dan post komposit	148
Tabel 4.48 Perhitungan properti penampang	154
Tabel 4.49 Rekapitulasi nilai momen dan geser pada balok	156
Tabel 4.50 Gaya pada balok pada kondisi pra dan post komposit	157
Tabel 4.51 Perhitungan properti penampang	162
Tabel 4.52 Rekapitulasi nilai momen dan geser pada balok	165
Tabel 4.53 Gaya pada balok pada kondisi pra dan post komposit	165
Tabel 4.54 Perhitungan properti penampang	170
Tabel 4.55 Rekapitulasi perhitungan balok induk	173
Tabel 4.56 Rekapitulasi gaya tekan dan tarik pada bresing	175
Tabel 4.57 Rekapitulasi M_x , M_y dan P pada kolom	178
Tabel 4.58 Data material sambungan	192
Tabel 4.59 Data material sambungan	195
Tabel 4.60 Data material sambungan	199
Tabel 4.61 Data material sambungan	204
Tabel 4.62 Data material sambungan	210
Tabel 4.63 Gaya-gaya maksimum pada kolom dasar	211
Tabel 4.64 Data material <i>base plate</i>	212
Tabel 4.65 Data material sambungan	213
Tabel 4.66 Data material sambungan	218
Tabel 4.67 Data material sambungan	221

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 S_S Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCE_R), kelas situs SB	13
Gambar 2.2 S_1 Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCE_R), kelas situs SB	13
Gambar 2.3 Lebar efektif balok komposit	22
Gambar 2.4 Distribusi tegangan plastis kondisi a	23
Gambar 2.5 Distribusi tegangan plastis kondisi b	24
Gambar 2.6 Distribusi tegangan plastis kondisi c	25
Gambar 2.7 Penampang melintang dek baja gelombang	27
Gambar 2.8 Panduan memprediksi nilai K	31
Gambar 2.9 Sambungan end-plate pada balok	40
Gambar 2.10 Sambungan end-plate pada portal	41
Gambar 2.11 Pola garis leleh pelat tipe flush-end-plate	41
Gambar 2.12 Pola keruntuhan berdasarkan garis leleh pelat tipe extended-end-plate	42
Gambar 2.13 Momen kopel baut terhadap sayap tekan.....	44
Gambar 2.14 Konfigurasi base-plate kolom umumnya	45
Gambar 2.15 Base-plate terhadap beban tekan konsentris	47
Gambar 2.16 Distribusi tegangan segitiga akibat eksentrisitas kecil	48
Gambar 2.17 Distribusi tegangan segitiga akibat eksentrisitas besar	49
Gambar 2.18 Distribusi tegangan persegi akibat eksentrisitas kecil	50
Gambar 2.19 Distribusi tegangan persegi akibat eksentrisitas besar	51
Gambar 2.20 Lebar efektif pelat pemikul baut angkur	52
Gambar 3.1 Lokasi studi perencanaan	54
Gambar 3.2 Tampak Depan.....	59
Gambar 3.3 Tampak Belakang	59
Gambar 3.4 Denah Lantai 1	60
Gambar 3.5 Denah Lantai 2 – 5.....	60
Gambar 3.6 Denah Lantai 6.....	61
Gambar 3.7 Denah lantai 7	61

Gambar 3.8 Rencana Atap.....	62
Gambar 3.9 Rencana Pondasi.....	62
Gambar 3.10 Potongan A	63
Gambar 3.11 Potongan B	63
Gambar 4.1 Denah balok lt. 1	65
Gambar 4.2 Gambar dan tabel spesifikasi PT Union Metal	67
Gambar 4.3 Denah rencana <i>floor deck</i> pelat atap lt. 7.....	68
Gambar 4.4 Denah rencana <i>floor deck</i> pelat atap lt. 6.....	68
Gambar 4.5 Denah rencana <i>floor deck</i> pelat atap lt. 1.....	69
Gambar 4.6 Denah rencana <i>floor deck</i> plat lantai lt. 7	69
Gambar 4.7 Denah rencana <i>floor deck</i> plat lantai lt. 1 – 6	70
Gambar 4.8 <i>Output</i> statika pembebanan pada pelat atap	73
Gambar 4.9 Potongan melintang pelat atap.....	75
Gambar 4.10 <i>Displacement</i> pada plat atap	76
Gambar 4.11 <i>Output</i> statika pembebanan pada pelat atap	76
Gambar 4.12 Potongan melintang pelat Lt. 1 – 5.....	79
Gambar 4.13 <i>Displacement</i> pada plat Lt. 1 – 5	79
Gambar 4.14 Pembebanan Atap lt. 1	81
Gambar 4.15 Pembebanan Atap lt. 7	81
Gambar 4.16 Pembebanan Lantai lt. 1 – 5	82
Gambar 4.17 Pembebanan Lantai lt. 6	82
Gambar 4.18 Pembebanan Lantai lt. 7	83
Gambar 4.19 Pembebanan balok anak melintang	88
Gambar 4.20 Statika perhitungan balok anak memanjang pra-komposit.....	92
Gambar 4.21 Statika perhitungan balok anak memanjang post-komposit	93
Gambar 4.22 Distribusi tegangan plastis.....	95
Gambar 4.23 Distribusi tegangan akibat momen negative.....	96
Gambar 4.24 Distribusi tegangan akibat momen negative.....	97
Gambar 4.25 Statika perhitungan balok anak memanjang pra-komposit.....	102
Gambar 4.26 Statika perhitungan balok anak memanjang post-komposit	103
Gambar 4.27 Distribusi tegangan plastis.....	105

Gambar 4.28 Distribusi tegangan akibat momen negative.....	106
Gambar 4.29 Detail pemasangan shear stud (tampak $\frac{1}{2}$ bentang).....	107
Gambar 4.30 Denah pembebanan balok induk melintang Lt. 1 – 5	111
Gambar 4.31 Denah pembebanan balok induk memanjang Lt. 1 – 5	111
Gambar 4.32 Denah pembebanan balok induk As 5-G'-L	112
Gambar 4.33 Portal As-7-G-L	119
Gambar 4.34 Distribusi gaya gempa lateral lantai 2	131
Gambar 4.35 Distribusi gaya gempa lateral lantai 3 – 6	131
Gambar 4.36 Distribusi gaya gempa lateral lantai 7	132
Gambar 4.37 Pemodelan struktur gedung pada <i>SAP 2000</i>	133
Gambar 4.38 Distribusi beban <i>notional</i> pada portal.....	134
Gambar 4.39 Grafik defleksi antar tingkat	135
Gambar 4.40 Gambar lokasi dilatasi	138
Gambar 4.41 Gambar lokasi portal yang di tinjau.....	139
Gambar 4.42 Gambar lokasi balok yang di tinjau	140
Gambar 4.43 Diagram momen maksimum balok induk melintang	141
Gambar 4.44 Diagram momen maksimum balok induk melintang	142
Gambar 4.45 Distribusi tegangan plastis.....	142
Gambar 4.46 Distribusi tegangan akibat momen negatif	143
Gambar 4.47 Detail pemasangan <i>shear stud</i> (tampak $\frac{1}{2}$ bentang)	145
Gambar 4.48 Gambar lokasi portal yang di tinjau.....	147
Gambar 4.49 Gambar portal memanjang bentang 8,00 m.....	148
Gambar 4.50 Distribusi tegangan plastis.....	151
Gambar 4.51 Distribusi tegangan akibat momen negatif	152
Gambar 4.52 Detail pemasangan <i>shear stud</i> (tampak $\frac{1}{2}$ bentang)	153
Gambar 4.53 Gambar lokasi portal yang di tinjau.....	156
Gambar 4.54 Gambar portal memanjang	157
Gambar 4.55 Distribusi tegangan plastis.....	159
Gambar 4.56 Distribusi tegangan akibat momen negatif	160
Gambar 4.57 Detail pemasangan <i>shear stud</i> (tampak $\frac{1}{2}$ bentang)	161
Gambar 4.58 Gambar lokasi portal yang di tinjau.....	164

Gambar 4.59 Gambar lokasi balok yang di tinjau	165
Gambar 4.60 Distribusi tegangan plastis	168
Gambar 4.61 Distribusi tegangan akibat momen negatif	169
Gambar 4.62 Detail pemasangan <i>shear stud</i> (tampak ½ bentang)	170
Gambar 4.63 Tampilan bresing pada struktur gedung secara global	174
Gambar 4.64 Kolom secara global pada gedung	178
Gambar 4.65 <i>Keyplan</i> sambungan balok anak memanjang – balok induk melintang.....	192
Gambar 4.66 Sambungan balok anak memanjang dengan balok induk melintang	195
Gambar 4.67 <i>Keyplan</i> sambungan balok anak melintang – balok induk memanjang	195
Gambar 4.68 Sambungan balok anak melintang dengan balok induk	198
Gambar 4.69 <i>Keyplan</i> sambungan balok induk memanjang – kolom.....	198
Gambar 4.70 Konfigurasi pelat sambung balok induk memanjang - kolom..	199
Gambar 4.71 Rencana pelat ujung.....	203
Gambar 4.72 <i>Keyplan</i> sambungan balok induk melintang – kolom.....	203
Gambar 4.73 Konfigurasi pelat sambung balok induk melintang - kolom	204
Gambar 4.74 Rencana pelat ujung.....	208
Gambar 4.75 Diagram momen dan gaya geser max pada kolom.....	208
Gambar 4.76 Diagram gaya-gaya dalam yang terjadi pada jarak 1 meter pada kolom	209
Gambar 4.77 Sambungan antar kolom tiap tingkat	211
Gambar 4.78 Rencana <i>base plate</i>	212
Gambar 4.79 Detail sambungan kolom-pondasi	217
Gambar 4.80 <i>Keyplan</i> sambungan <i>bracing</i>	217
Gambar 4.81 Sambungan <i>bracing</i> tipe-A.....	220
Gambar 4.82 Sambungan <i>bracing</i> tipe-B	222

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. 2012. *SNI-03-1726-2012 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*, Dept. PU
- BSN. 2013. *SNI-03-1727-2013 : Beban Minimum Untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain*, Dept. PU
- BSN. 2015. *SNI-03-1729-2015 : Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*, Dept. PU
- BSN. 2013. *SNI-03-2847-2013 : Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Dept. PU
- Dewobroto, Wiryanto. 2015. *Struktur Baja-Perilaku, Analisis & Desain-AISC 2010 Edisi ke-1*. Lumina Press, Jakarta
- Dewobroto, Wiryanto. 2016. *Struktur Baja-Perilaku, Analisis & Desain-AISC 2010 Edisi ke-2*. Lumina Press, Jakarta
- Dipohusodo, Istimawan. 1993. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Julianto, Arif. 2016. *Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Laboratorium Sosio Enterpreneurship Universitas Brawijaya Menggunakan Struktur Portal Baja Dengan Penahan Gempa Sistem Bresing Konsentris*. Tidak diterbitkan
- Rohmatullah, Febrian. 2015. *Perencanaan Ulang Struktur Atas Building-B Twin Tower (UIN) Sunan Ampel Surabaya Menggunakan Struktur Baja Komposit Metode LRFD*. Tidak diterbitkan
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Erlangga, Jakarta

LAMPIRAN

